

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-249553

(43)Date of publication of application : 22.09.1998

(51)Int.Cl.

B23K 20/12

(21)Application number : 09-053305

(71)Applicant : SHOWA ALUM CORP

(22)Date of filing : 07.03.1997

(72)Inventor : ENOMOTO MASATOSHI

TAZAKI SEIJI

NISHIKAWA NAOKI

HASHIMOTO TAKENORI

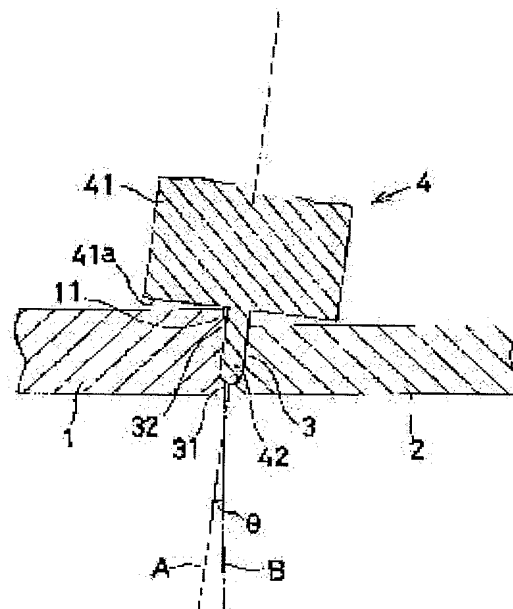
IWAI ICHIRO

(54) FRICTION STIRRING JOINING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a friction stirring joining method that excellently join two members abutted on each other in a manner of producing a difference in level in the thickness direction, without causing defects in the joining part, without adversely affecting the abutted part thermally, and without soiling the surface of the joining members.

SOLUTION: In this friction stirring joining method, two joining members 1, 2 are butt-welded by using a joining device 4 in which a pin-shaped probe 42 is projectingly provided on the rotational axis line A of the end face of a large diameter cylindrical rotor 41, by inserting the rotating probe 42 in or near the abutted part of the joining members 1, 2 abutted in a manner of producing a difference in level in the thickness direction, and by moving the probe in the inserted state relatively along the abutted part. In this case, the joining is carried out, with the rotational axis line of the probe 42 inclined to the lower side of the joining member at an inclined angle θ of 10° or less against the abutted face of the joining members 1, 2.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-249553

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月22日

(51) Int.Cl.⁶

B 2 3 K 20/12

識別記号

F I

B 2 3 K 20/12

D

G

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-53305

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月7日

(71) 出願人 000186843

昭和アルミニウム株式会社

大阪府堺市海山町 6 丁 224 番地

(72) 発明者 榎本 正敏

堺市海山町 6 丁 224 番地 昭和アルミニウム株式会社内

(72) 発明者 田崎 清司

堺市海山町 6 丁 224 番地 昭和アルミニウム株式会社内

(72) 発明者 西川 直毅

堺市海山町 6 丁 224 番地 昭和アルミニウム株式会社内

(74) 代理人 弁理士 清水 久義 (外 2 名)

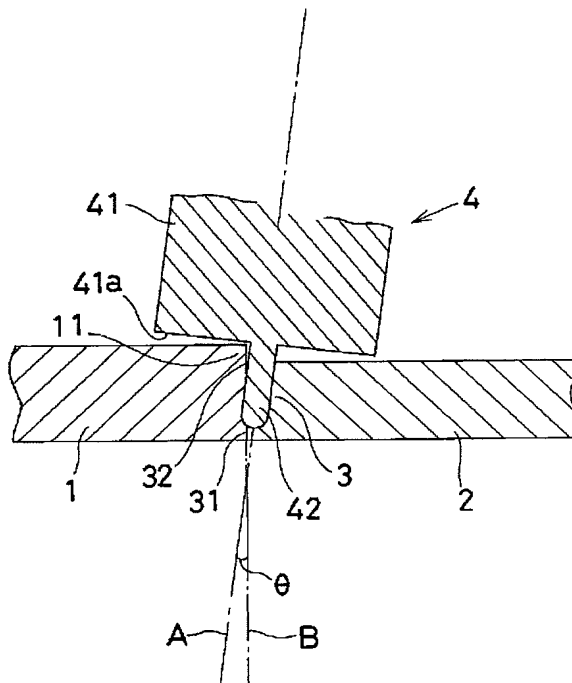
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 摩擦攪拌接合方法

(57) 【要約】

【課題】 厚さ方向に段差を生じる態様で突き合わされた 2 個の接合部材を、接合部に欠陥を発生させることなく、また、突き合わせ部にや熱的悪影響を及ぼすことなく、さらに、接合部材の表面を汚すことなく良好に接合することのできる摩擦攪拌接合法の提供。

【解決手段】 径大の円柱状回転子 4 1 の端面回転軸線 A 上にピン状プローブ 4 2 が突出して設けられた接合装置 4 を用い、厚さ方向に段差を生じる態様で突き合わされた接合部材 1、2 の前記突き合わせ部またはその近傍に、回転する前記プローブ 4 2 を挿入するとともに、挿入状態で突き合わせ部に沿って相対的に移動させることにより、両接合部材 1、2 を突き合わせ接合する摩擦攪拌接合法において、前記プローブ 4 2 の回転軸線を接合部材 1、2 の突き合わせ面に対して 10° 以下の傾斜角度 θ で接合部材の低位側に傾けた状態で前記接合を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 径大の円柱状回転子の端面回転軸線上にピン状プローブが突出して設けられた接合装置を用い、厚さ方向に段差を生じる態様で突き合わせられた接合部材の前記突き合わせ部またはその近傍に、回転する前記プローブを挿入するとともに、挿入状態で突き合わせ部に沿って相対的に移動させることにより、両接合部材を突き合わせ接合する摩擦攪拌接合法において、前記プローブの回転軸線を接合部材の突き合わせ面に対して10°以下の傾斜角度で接合部材の低位側に傾けた状態で前記接合を行うことを特徴とする摩擦攪拌接合法。

【請求項2】 回転子の端面を、突き合わせ部から突出している高位側接合部材の肩部に圧接し、当該肩部を塑性変形せしめて接合部材の突き合わせ部に形成されるコーナー部を充填することを特徴とする請求項1に記載の摩擦攪拌接合法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】この発明は、例えばアルミニウム材（アルミニウム合金材を含む）等の金属材を段差を生じる態様で突き合わせて接合する場合に用いられる摩擦攪拌接合法に関する。

【0002】

【従来の技術】固相接合法の一つである摩擦攪拌接合法として、次のような方法が提案されている。即ち、図6に示すように、径大の円柱状回転子（111）の端面回転軸線上に、接合部材（101）（102）よりも硬質の径小のピン状プローブ（112）が突出して一体に設けられた接合装置（110）を用い、前記回転子（111）を高速で回転させつつ、突き合わせた2枚の接合部材（101）（102）の突き合わせ部（103）に前記プローブ（112）を挿入する。挿入は、一般には、回転子（111）のプローブが設けられている端面（111a）が接合部材（101）（102）に当接するまで行う。そして、プローブ挿入状態のまま突き合わせ部（103）に沿ってプローブ（112）を接合部材（101）（102）に対して相対的に移動させる。プローブ（112）の回転により発生する摩擦熱、あるいはさらに回転子（111）の端面（111a）と接合部材との摺動に伴い発生する摩擦熱により、プローブ（112）との接触部分近傍において接合部材（101）（102）は軟化しかつプローブにより攪拌されるとともに、プローブ（112）の移動に伴って、軟化攪拌部分がプローブ（112）の進行圧力を受けてプローブの通過溝を埋めるようにプローブ（112）の進行方向後方へと回り込む態様で塑性流動したのち摩擦熱を急速に失って冷却固化される。この現象がプローブ（112）の移動に伴って順次繰返されていき、最終的に接合部材（101）（102）が突き合わせ部（103）におい

て接合されるものである。

【0003】このような摩擦攪拌接合法によれば、固相接合であるため、接合部材である金属材の種類に制限を受けないとか、接合時の熱歪みによる変形が少ない等の利点がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、厚さ方向に段差があるような接合部材（101）（102）の突き合わせ部（103）を前記摩擦攪拌接合法によって接合する場合、次のような欠点があった。

【0005】即ち、図7に示すように、回転子（111）の端面（111a）を高位側の接合部材（101）の表面に接触させた状態で接合を行うものとするれば、プローブ（112）によって攪拌された高位側の接合部材（101）が低位側接合部材の方向に平行に飛散して、接合部材（102）の表面を著しく汚すことがあり、また、低位側の接合部材（102）の表面に端面（111a）が接触していないため、攪拌された接合部材（101）（102）の一部がプローブ（112）近傍から飛散し接合部に欠損が生じる等の欠点があった。また、図8に示すように、回転子の端面（111a）を低位側の接合部材（102）の表面に接触させようとして、回転子（111）を強く押し付けると、回転子（111）によって塑性変形された高位側の接合部材（101）がさらに低位側の接合部材（102）の方向に飛散するばかりか、回転子（111）が接合部材（101）の端部を大きな接触面積で強引に塑性変形させるため大きな摩擦熱が発生し、接合部近傍に熱的な悪影響を及ぼすという欠点があった。

【0006】この発明は、このような技術的背景に鑑みてなされたものであって、厚さ方向に段差を生じる態様で突き合わせられた2個の接合部材を、接合部に欠陥を発生させることなく、また、突き合わせ部に熱的悪影響を及ぼすことなく、さらに、接合部材の表面を汚すことなく良好に接合することのできる摩擦攪拌接合法の提供を目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明者らは、前記欠点を解決する方法として、段差が生じている接合部材の突き合わせ面に前記プローブを斜めに進入させつつ接合することを想到し、さらに、鋭意研究と実験の結果、所定の接合強度を維持し得るプローブの最適傾斜角度を見出だすに至った。

【0008】即ち、径大の円柱状回転子の端面回転軸線上にピン状プローブが突出して設けられた接合装置を用い、厚さ方向に段差を生じる態様で突き合わせられた接合部材の前記突き合わせ部またはその近傍に、回転する前記プローブを挿入するとともに、挿入状態で突き合わせ部に沿って相対的に移動させることにより、両接合部材を突き合わせ接合する摩擦攪拌接合法において、前記プ

ローブの回転軸線を接合部材の突き合わせ面に対して 10° 以下の傾斜角度で接合部材の低位側に傾けた状態で前記接合を行うことを特徴とするものである。

【0009】上記に示すように、接合装置の回転軸線を接合部材の高位側から低位側方向に傾けた状態として接合すれば、露出している高位側接合部材の端部を避けて突き合わせ部にプローブを挿入することができるから、該高位側接合部材端部のプローブによる攪拌を回避することができる。また、プローブ近傍から飛散してくる接合部材の一部を、回転子の端面が反射し、再びプローブによって突き合わせ部に巻き込むことができるため接合部に発生する欠損を有効に抑止することができる。

【0010】接合装置の回転軸線の突き合わせ面に対する傾斜角度を 10° 以下に設定すれば、プローブが突き合わせ面から大きく外れることがなく、十分に突き合わせ面近傍を攪拌接合することができるため、高い接合強度を得ることができる。

【0011】また、回転子の端面を、突き合わせ部から突出している高位側接合部材の肩部に圧接し、当該肩部を塑性変形せしめて接合部材の突き合わせ部に形成されるコーナー部を充填するものとすれば、接合部材の突き合わせ面が攪拌接合されるのに加えて、飛散した高位側接合部材の肩部もプローブによって攪拌されつつコーナー部を充填するため、接合部に欠損が発生することがなく、突き合わせ面端部が肉盛状態となされるため、さらに接合強度を向上させることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】図1～図3はこの発明の実施形態1にかかるものである。同図において、(1)(2)は同一平面内において幅方向の一端面を突き合わせた状態に配置された厚さの異なる2枚の板状アルミニウム接合部材である。これら接合部材(1)(2)は、図2に示すように、底面が同一面となされるように配置されており、このため上面側の突き合わせ部(3)に段差が生じている。

【0013】図1において、(4)は接合装置であり、径大の円柱状回転子(41)の端部軸線上に径小のピン状プローブ(42)が突出して一体に設けられ、回転子(41)を高速回転させることによりプローブ(42)も高速回転させるものとなされている。なお、プローブ(42)及び回転子(41)は、接合部材(1)(2)よりも硬質でかつ接合時に発生する摩擦熱に耐えうる耐熱材料によって形成されている。

【0014】次に、接合装置(4)を用い、接合部材(1)(2)を摩擦攪拌接合する。即ち、接合装置(4)したがつてプローブ(42)の回転軸線(A)を接合部材(1)(2)の突き合わせ面(31)に対して 10° 以下の角度範囲内に傾ける。図1において、前記傾斜角(θ)は回転軸線(A)と突き合わせ面(31)の仮想延長面(B)とがなす角によって表されている。

そして、回転子(41)を回転させることにより、これと一体回転するプローブ(42)を高位側接合部材(1)の突き合わせ面と低位側接合部材(2)の上面とで形成されるコーナー部(32)に突き立て、その摩擦熱によりプローブ(42)との接触部分を軟化可塑化させつつ突き合わせ部(3)に挿入させていく。挿入は、回転子(41)先端の平坦状端面(41a)が、高位側接合部材(1)の肩部に当接またはその近傍に位置するか、または、回転子(41)の端部周縁が低位側接合部材(2)の表面に当接またはその近傍に位置するまで行う。

【0015】プローブ(42)及び回転子(41)の回転により、プローブ(42)との接触部分周辺において、接合部材(1)(2)が摩擦熱によって軟化しかつ攪拌される。また、この攪拌に伴いプローブ(42)の挿入部分から接合部材(1)(2)の一部が飛散するが、当該接合部材(1)(2)の一部は回転子(2)の端面(41a)で反射され、再びプローブ(42)によって接合部に巻き込まれる。そして、突き合わせ部(3)に沿って回転子(41)及びプローブ(42)を移動させる。プローブ(42)の移動によって、軟化攪拌部分がプローブ(42)の進行圧力を受けてプローブ(42)の通過溝を埋めるようにプローブ(42)の進行方向後方へと回り込む態様で塑性流動したのち、摩擦熱を急速に失って冷却固化される。この現象がプローブ(42)の移動に伴って順次繰り返されていき、突き合わせ部(3)において接合部材(1)(2)が順次接合されていく。

【0016】以上のように接合することにより、プローブ(42)の挿入部分から飛散した接合部材(1)(2)の一部は再び接合部に巻き込まれるため、接合部の欠損が有効に抑制される。また、プローブ(42)が接合面に対して $\theta \leq 10^\circ$ の範囲で挿入されるため、突き合わせ面(31)からプローブ(42)が大きく外れることがなく、突き合わされた接合部材(1)(2)の両方を有効に攪拌して接合することができるので、高い接合強度を得ることができる。

【0017】次に、この発明にかかる実施形態2を図4、図5に基づき説明する。

【0018】この実施形態2において、接合部材(1)(2)及び接合装置(4)に関しては実施形態1と変わる所がないためその説明を省略する。また、その接合方法の主たる部分は実施形態1と同様であるためその説明を省略し、相違点のみ以下に説明する。

【0019】この実施形態2では、図3に示すように、プローブ(42)の挿入を回転子(41)の端面(41a)が高位側接合部材(1)の肩部(11)を押圧しそれを塑性変形させるまで行われる。そして、この状態で突き合わせ部(3)に沿ってプローブ(42)等を移動させ肩部(11)を塑性変形させつつ攪拌接合をする。

【0020】以上のように、回転子(41)の端面(41a)で高位側の接合部材(1)の肩部(11)を塑性変形させることにより、変形した肩部(11)はプローブ(42)の回転に巻き込まれ、プローブ(42)の挿入部から飛散する接合部材(1)(2)の一部とともに攪拌され、図5に示すように、高位側接合部材(1)の突き合わせ面と低位側接合部材(2)の上面とで形成されるコーナー部(32)を充填する。

【0021】したがって、この実施形態2では、実施形態1に示したように突き合わせ部(3)に位置する接合部材(1)(2)をプローブ(42)によって攪拌接合するばかりか、回転子(41)の端面(41a)で塑性変形させた接合部材(1)の肩部(11)をも攪拌してコーナー部(32)を充填するため、欠損が発生することなく肉盛状態となってさらに高い接合強度を得ることができる。

【0022】なお、この発明は上記実施形態に限定されるわけではない。例えば、回転子(41)を低位側の接合部材(2)に押し付けつつ、高位側接合部材(1)の肩部(11)を押し付ける方法を採用しても良い。また、接合部材もアルミニウムばかりでなくその合金や他の金属でも構わない。

【0023】

【実施例】次に、この発明の実施例を説明する。

【0024】以下に記載の接合部材を準備した

接合部材

材質：6N01

厚さ：高位側3.3mm、低位側3.0mm

幅：200mm

長さ：500mm

【0025】上記接合部材をそれぞれ同一面上に載置して幅方向の端部を突き合わせ、突き合わせ部に段差のある方向からプローブを挿入し、接合部材の長さ方向全体にわたって下記要領で摩擦攪拌接合を行った。

【0026】摩擦攪拌接合条件

回転速度：1500rpm

プローブ：径3.5mm×長さ3mm

回転子：径12.5mm

傾斜角 θ ：表1に記載

【0027】以上の要領により得られた試料の接合部を観察して欠損の有無を調べた。また、引張試験を行った。その結果を表1に示す。なお、引張試験の評価として、板厚3mmの2個の接合部材を傾斜角0°で摩擦攪拌接合した試料を準備し、当該試料の引っ張り強さに対して98%未満の引っ張り強さの試料には×を、98%以上の引っ張り強さを有する試料には○を付した。

【0028】

【表1】

試料No	傾斜角	評価結果	
		欠損有無	引張強度
比較例	1	0°	あり ×
実施例	2	1.5°	なし ○
	3	3.0°	なし ○
	4	6.0°	なし ○
	5	9.0°	なし ○
	6	10.0°	なし ○
比較例	7	10.5°	なし ×

【0029】以上表1より、この発明によれば、プローブの傾斜角度を10°以下にすることにより接合部に欠損が生じることなく強固に接合し得ることが分かる。

【0030】

【発明の効果】この発明は、上述の次第であり、厚さ方向に段差を生じる態様で突き合わせられた接合部材を、プローブの回転軸線を突き合わせ面に対して傾斜角を10°以下の範囲で低位側の接合部材の方向に傾斜させて接合する方法である。したがって、突き合わせ面が露出している高位側接合部材の端部を避けて突き合わせ部にプローブを挿入することができるから、該高位側接合部材端部のプローブによる攪拌を回避することができるとともに、プローブ近傍から飛散してくる接合部材の一部を、回転子の端面が反射し、再びプローブによって突き合わせ部に巻き込むことができるため、接合部に発生する欠損を有効に抑止することができ、また、プローブが突き合わせ面から大きく外れることがなく、十分に突き合わせ面近傍を攪拌接合することができるため、高い接合強度を得ることができる。

【0031】さらに、回転子の端面を、突き合わせ部から突出している高位側接合部材の肩部に圧接し、当該肩部を塑性変形せしめて接合部材の突き合わせ部に形成されるコーナー部を充填することにより、接合部に欠損が発生することがなく、突き合わせ面端部が肉盛状態となされるため、さらに接合強度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施形態1を示す断面図である。

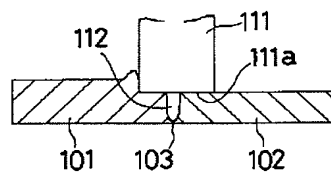
【図2】(a)は図1の摩擦攪拌接合される前の突き合わせられた接合部材を示す斜視図、(b)は(a)のII-II線断面図である。

【図3】実施形態1における接合状態を示す断面図である。

【図4】この発明の実施形態2を示す断面図である。

【図5】実施形態2における接合状態を示す断面図である。

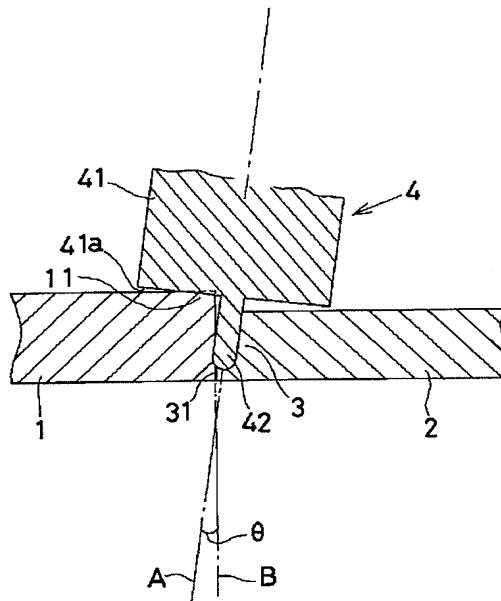
【図6】摩擦攪拌接合方法を説明するための斜視図である。



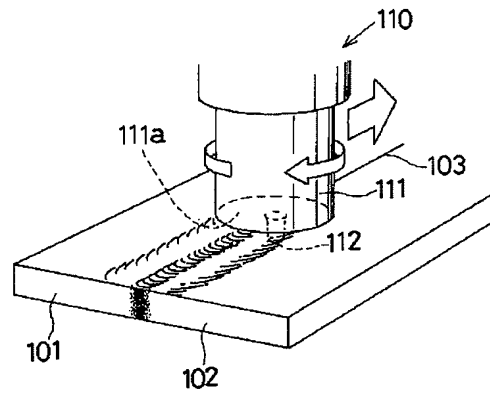
(6)

特開平10-249553

【図4】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 橋本 武典
堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウ
ム株式会社内

(72)発明者 岩井 一郎
堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウ
ム株式会社内